

Sähkökaapeleiden asentaminen maan alle

Jari Virkajärvi

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentamisen suuntautumisvaihtoehto

VIRKAJÄRVI, JARI:

Sähkökaapeleiden asentaminen maan alle
Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Toukokuu 2014

Tämä opinnäytetyö tehtiin Protekniikka ITP Oy:lle, joka on vuonna 2004 perustettu pirkanmaalainen maanrakennusyritys. Tammikuussa 2014 Protekniikka aloitti maanrakennusurakoitsijana Elenian Säävarma-projektissa Ylöjärven Viljakkalassa, jossa tämän opinnäytetyön tekijä toimi työnjohtajana kaapelireitin rakentamisessa. Projektissa tehtiin uutta kaapelireittiä ja asennettiin maahan kaapelia yhteensä 45 kilometriä.

Opinnäytetyön tarkoitus oli tuottaa aineisto, jonka avulla maanrakentaja saa tietoa sähkökaapeleiden yleisistä asentamistavoista, sijoittamisesta eri maastoissa sekä suojaamismenetelmistä. Raportissa ei käydä läpi kaapeleiden ja sähköjakeluverkon osien sähkötekniisiä ominaisuuksia.

Kaapelin suojaamismenetelmistä raportissa käsiteltiin läpi kaapelin suojaaminen kaapelinsuojaputkella, halkaistulla kaapelinsuojaputkella, kaapelinsuojakourulla sekä betonimallalla.

Kaapelin asennustavoista työssä keskityttiin enemmän kaapelin tai kaapeleiden asentamiseen auraamalla kuin kaivamalla. Asennusmenetelmissä käsiteltiin myös läpi kaapelin asentaminen suojaputkeen kaapelikäärmeen avulla. Kaapelin asentaminen auraamalla on kohtalaisen uusi asennustapa Suomessa, ja näin ollen siitä ei ole tietoa vielä kovin paljoa. Raportissa käydään myös läpi kaapelikelojen käsittely työmaalla sekä yleisimpien sähköjakeluverkon osien tarkoitus sekä niiden asentaminen.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction Engineering
Civil Engineering

VIRKAJÄRVI, JARI:
Installing Electric Cables Under Ground
Bachelor's thesis 34 pages, appendices 5 pages
May 2014

This thesis was written for Protekniikka ITP Oy, which is civil engineering company founded in 2004 and located in Pirkanmaa, Finland. In January 2014 Protekniikka started working in Elenia's project called Säävarma, located in Hämeenkyrö region. Writer of this thesis was working as foreman in this project, making new cable route. At this project Protekniikka made new cable route and installed cable to the ground over 45 km.

The aim of this thesis was to create literature which will be useful to civil engineering companies that don't have experience about installing underground cables. Thesis contains information about basic cable installing methods, cable locations, and protection methods of cable. This thesis will not concentrate to electrical features of cables and parts of electricity distribution network.

About installing methods, this thesis concentrates more to plowing cable or cables to the ground than digging cable trench. Plowing cable or cables to the ground is quite new method in Finland so there is not much information about plowing. Thesis will also contain a little bit of information about handling cable reels at work site and parts of electricity distribution network and installing them.

Key words: underground cabling, contracting, distribution network

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	MAAKAAPELEIDEN SJOITTAMINEN.....	7
2.1	Lainsäädäntö	7
2.2	Sijoitusperiaatteet.....	7
2.3	Sijoittaminen tiealueelle	8
2.3.1	Sijoittaminen tien sisäluiskaan.....	8
2.3.2	Sijoittaminen tien ulkoluiskaan.....	9
2.4	Sijoittaminen pellolle.....	9
3	MAAKAAPELEIDEN ASENTAMINEN	10
3.1	Yleistä	10
3.2	Kaapelikelojen käsittely.....	11
3.3	Asennussyvytydet	12
3.4	Asentaminen kaapelikaivantoon	12
3.4.1	Vaatimus	13
3.5	Asentaminen auraamalla.....	13
3.5.1	Aurauksen aloitus.....	14
3.5.2	Jatkoskohdat.....	15
3.5.3	Aurauksen lopetus.....	15
3.5.4	Aurauksessa huomioitavia asioita.....	15
3.6	Asentaminen vesistöön	16
3.7	Kaapelijatkot ja päätteet.....	17
3.8	Mahdolliset kaapelivauriot	17
4	MAAKAAPELEIDEN SUOJAAMINEN	19
4.1	Suojauksen tarkoitus	19
4.2	Kaapelinsuojaputki	19
4.2.1	Asentaminen kaapelinsuojaputkeen.....	20
4.3	Halkaistu kaapelinsuojaputki.....	21
4.4	Kaapelinsuojakouru	21
4.5	Betonoimalla.....	21
4.6	Kaapelin varoitusnauha ja –verkko.....	22
5	MAAKAAPELIRAKENTEEN KELPOISUUDEN OSOITTAMINEN.....	23
5.1	Kaapelikaivanto	23
5.2	Vaatimukset	23
5.3	Auraamalla asennettu kaapeli	23
5.4	Kaapelin sijaintitiedot	23

6	SÄHKÖNJAKELUVERKON YLEISIMMÄT OSAT JA NIIDEN ASENTAMINEN	24
6.1	Yleistä	24
6.2	Jakokaappi	24
6.2.1	Asentaminen.....	24
6.3	Muuntamo.....	24
7	POHDINTA.....	26
	LÄHTEET	27
	LIITTEET	28
	Liite 1. Elenian kaivuohje	28
	Liite 2. Puistomuuntamon perustus	28

1 JOHDANTO

Nyky-yhteiskunta ajautuu yhä enemmän tilaan, jossa ei tulla toimeen ilman sähköä. Suomen sähköverkko koostuu suurimmaksi osaksi pylväiden varaan rakennetuista ilmakeaapeleista, jotka ovat erittäin alttiita sään vaikutuksille. Myrskyistä ja tuulenpuuskista johtuen puita kaatuu/katkeaa ilmakeaapeleiden päälle aiheuttaen kaapelien katkaisemisen. Tästä hyvänä esimerkkinä vuoden 2013 Eino ja Oskari myrskyt, jotka aiheuttivat lukuisia sähkökatkoksia ympäri Suomea. Tästä syystä sähköverkkoa asennetaan yhä enemmän maan alle ja näin ollen verkosta tulee varmempi säätä kohtaan.

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoitus koota yhteen aineisto, jossa käydään läpi sähkökaapeleiden asentaminen maahan ja asentamiseen liittyvät määräykset. Työssä käydään läpi maakaapeleiden asennustavat eri maastoissa, sijoittaminen, suojaaminen, laatuvaatimukset, lupa-asiakirjat ja lainsäädäntö.

Opinnäytetyössä ei käydä läpi kaapeleiden kytkentöjä ja mittauksia. Kaapelityyppeihin ja niiden ominaisuuksiin ei myöskään tässä työssä tarkemmin kiinnitetä huomiota. Sähköjakeluverkon osiin muuntajat, jakokaapit, talo huonekeskukset yms. sähkötekniisiin ominaisuuksiin ei tässä työssä myöskään kiinnitetä huomiota.

2 MAAKAAPELEIDEN SJOITTAMINEN

2.1 Lainsäädäntö

Maankäyttö- ja rakennuslain 161§ pykälässä säädetään yhdyskuntalaitteiden sijoittamisesta seuraavaa: ”Kiinteistön omistaja ja haltija on velvollinen sallimaan yhdyskuntaa tai kiinteistöä palvelevan johdon sijoittamisen omistamalleen tai hallitsemalleen alueelle, jollei sijoittamista muutoin voida järjestää tyydyttävästi ja kohtuullisin kustannuksin. Sama koskee johtoihin liittyviä vähäisiä laitteita, rakennelmia ja laitoksia. Johtoa tai muuta laitetta ei saa rakentaa niin, että vaikeutetaan alueen kaavoitusta tai kaavan toteuttamista. Jollei sijoittamisesta ole sovittu kiinteistön omistajan ja haltijan kanssa, sijoittamisesta päättää kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Sijoittamisesta päätettäessä on kiinnitettävä huomiota siihen, ettei kiinteistölle aiheuteta tarpeetonta haittaa.”

2.2 Sijoitusperiaatteet

”Sähköä käyttävä asuminen, teollisuus ja palvelut keskittyvät yhä enemmän teiden varsiin ja taajamiin, jolloin ei ole enää tarkoituksenmukaista sijoittaa kaapeleita ja johtoja metsiin ja pelloille. Sähköjohtojen sijoittamista suunniteltaessa tulee mahdollisimman laajasti selvittää muut sijoitusalueiden käyttöä koskevat suunnitelmat ja hankkeet. Sähköjohdon reittiä suunniteltaessa otetaan yhteys tienpitoviranomaiseen. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon tienpitäjän esittämät tieliikenne- ja rakennusteknilliset sekä tien kunnossapitoon vaikuttavat näkökohdat. Tämä on tarpeen tienpidon ja verkkotoiminnan kannalta edullisimman ratkaisun saavuttamiseksi sekä mahdollisimman pysyvän sijainnin turvaamiseksi johtoreitille ja asennettaville johdoille.

Infrastruktuuriin kuuluvat laitteet, rakennelmat ja rakenteet toteutetaan hyvässä yhteistyössä eri osapuolten kanssa. Maankäyttö tehostuu ja kansalaisten kustannuksia säästetään, kun johdot, kaapelit ja tiet voidaan sijoittaa samaan maastokäytävään haja-asutusalueillakin.

Teiden välittömässä läheisyydessä tapahtuu paljon kaivutyötä mm. liikennemerkkien ja valaisinpylväiden asennusta, ojien perkuuta, rumpujen uusimista yms. Tiealueelle sijoit-

tetut johdot ja kaapelit vaikeuttavat myöhemmin tehtäviä asennustöitä. Tätä ongelmaa voidaan kuitenkin pienentää asennettavien kaapeleiden ja johtojen sijoituksen ja suojaamisen huolellisella suunnittelulla.”(Sähköjohdot ja maantiet)

2.3 Sijoittaminen tiealueelle

”Tien kunnossapidon kannalta paras sijaintipaikka olisi sivujojan ja tiealueen rajan välinen alue. Siellä haitta liikennemerkkien pystytyksen, ojien perkauksen ja tierakenteiden kestävyys kannalta olisi pienin. Alueella on kuitenkin usein puita, ja puiden ja juuriston raivaus lisääisi kustannuksia ja huonontaa paikoin tiemaisemaa ja viereisen asutuksen viihtyvyyttä.

Tien rakenteesta ja luiskien muodoista pohjamaasta sekä ennestään sijoitetuista kaapeleista riippuu, voidaanko sähkökaapeli sijoittaa tien sisäluiskaan tai ojan pohjaan. Taa- jamissa tulee kysymykseen myös jalankulku- ja pyörätie tai tien ja jalankulku- ja pyörätien välialue.

Kaapelin paikkaa suunniteltaessa on otettava huomioon kaikki tiedossa olevat alustavatkin kohtuullisella aikavälillä toteutukseen tulevat tien ja siihen liittyvien siltojen parantamissuunnitelmat.

Työn tilaaja hankkii tiedot nykyisistä kaapeleista, maaperästä ja luiskista. Alueen ELY-keskus luovuttaa kopioitavaksi tietä koskevan suunnitelman, jos ajantasainen suunnitelma on olemassa, sekä ilmoittaa, mitä kaapeliin vaikuttavia tienparannustöitä on sen hetkisen käsityksen mukaan tulossa kohteeseen 5 ja 15 vuoden aikana.”

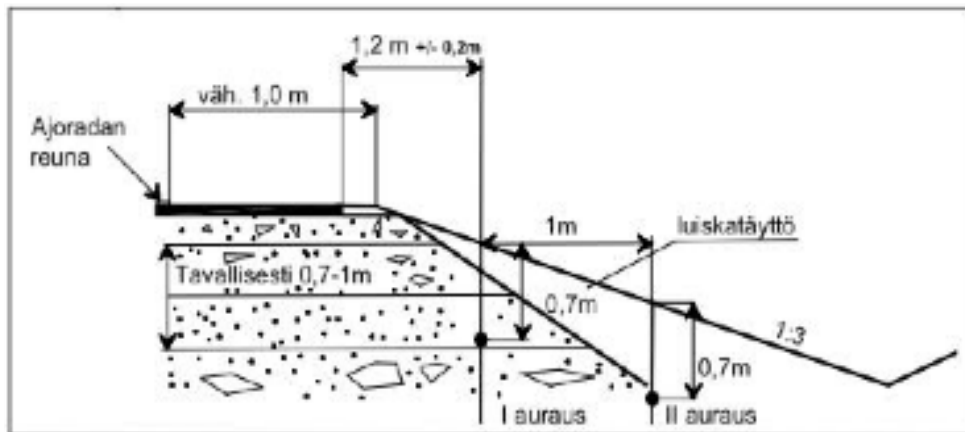
(Sähköjohdot ja maantiet)

2.3.1 Sijoittaminen tien sisäluiskaan

Kaapeli voidaan sijoittaa tien sisäluiskaan seuraavin ehdoin:

- Sisäluiskan kaltevuus on pääosin 1:3 tai loivempi. Jos 1:3 luiskan jatkeena on lyhyempiä osuuksia 1:2,5 tai erikoistapauksissa 1:2 sisäluiskaa, voidaan asentaminen sallia tällaiseenkin luiskaan.

- Sisäluiskan leveys on vähintään 1,5 m.
- Luiskaa ei ole tehty louheesta.
- Enintään 10 % tienvarsiasennuksen pituudesta saa olla louherakennetta tai kalioleikkausta, jossa tarvitaan poikkeavaa asennustapaa.
- Tiedossa ei ole tienparannustöitä, joiden yhteydessä sähköjohtoa pitäisi siirtää lähitulevaisuudessa.
- Kysymyksessä ei ole moottoritie tai keskikaidetie.



KUVA 1. Kaapelin sijainti loivaluiskaisen tien sisäluiskassa (Kuva: Sähköjohdot ja maantiet)

2.3.2 Sijoittaminen tien ulkoluiskaan

Jos kyseessä on soratie tai sitä kevyesti parannettu tie, joissa yleisesti on jyrkät sisäluiskat, kaapelia ei voida asentaa sisäluiskaan, koska tien reuna ei enää kestäisi kantaa liikennettä. Tällöin kaapeli voidaan sijoittaa tien ulkoluiskaan. Ulkoluiskaan aurattaessa vaaditaan työkoneelta pitkää ulottuvuutta, sillä avaraus pääsääntöisesti tapahtuu tielinjalta.

2.4 Sijoittaminen pellolle

Varsinkin maaseuduilla maakaapelin sijoittaminen pellolle on hyödyllisempi ratkaisu kuin sijoittaminen tiealueelle, jolloin tien rakennetta joudutaan rikkomaan kaapelia asennettaessa. Maakaapelit pyritään sijoittamaan paikkaan jossa niistä olisi mahdollisimman vähän haittaa pellon omistajalle. Näitä paikkoja ovat pellon reunat ja ojien reunat. Kaapeleiden asennus tulee tapahtua sellaisena ajankohtana, jolloin työstä ei ole haittaa pelloilla tehtäville töille esim. kyntö- ja kylvötyöt. Kylvötöiden jälkeen harva pellonomistaja päästää työkoneita pellolle, ainakaan ilman asianmukaista korvausta.

3 MAAKAAPELEIDEN ASENTAMINEN

3.1 Yleistä

Maakaapeleiden asentamiseen on useita eri tapoja. Asennustapa riippuu suurilta osin siitä, minkälaiseen maastoon kaapeli asennetaan. Tässä luvussa käydään läpi eri asennustavat ja niihin liittyvät määräykset.

Ennen kaivutöiden aloittamista tulee olla selvillä maassa jo oleva tekniikka. Kaapeleiden ja muun tekniikan sijaintitiedot tulee selvittää etukäteen paikallisilta sähkö- ja tele-yhtiöiltä. Liikenneviraston ohjeiden mukaan kaivajalla on velvollisuus selvittää maakaapeleiden sijainti ennen kaivutöiden aloittamista. Sijaintitiedot on selvitettävissä seuraavasti:

1. Selvitetään kaapeleiden omistajat. Sähkömaakaapeleita on kullakin alueella nykyisin yleensä vain yhdellä verkkoyhtiöllä, mutta teleoperaattoreita voi olla useita.
2. Omistaja antaa karttojensa tai koordinaattiansa perusteella karkean sijaintitiedon. Lisätietoa voi saada ELY -keskuksen lupapapereista ja mahdollisista loppupiirustuksista.
3. Sijaintidokumenttien perusteella arvioidaan, missä paikoissa kaapeleiden sijainti on määritettävä paikannuslaitteella maastossa.

Kaapelin/kaapeleiden paikantaminen tapahtuu kaapelitutkalla. Kaapelitutkalla voidaan paikantaa virrallisia sekä virrattomia kaapeleita, metalli-, muovi- ja betoniputket. Paikantamistarkkuus mallista riippuen on noin 10 %:a asennussyvyydestä. Kaapelitutkan mallista riippuen voidaan myös mitata kaapeleiden ja putkien asennussyvyydet.

3.2 Kaapelikelojen käsittely

Kaapelit toimitetaan työmaalle keloissa. Kelan koko riippuu kaapelin pituudesta sekä ympärysmittasta. Kaapelikeloja tilattaessa on huomioitava kelan paino ja työmaalla olevan kaluston nostokapasiteetti, jotta kela voidaan liikuttaa. Kelojen tulisi olla mahdollisimman vaivattomasti liikuteltavissa. Kaapelikelojen toimitusosoite tulisi olla mahdollisimman lähellä paikkaa johon kaapeli asennetaan, näin vältetään ylimääräiseltä kelan liikuttamiselta. Kaapelikeloja tulisi säilyttää aina pystyasennossa, näin säilytettäessä kelojen ulkokehät eivät kerää kosteutta maasta ja pääse heikentymään. Kaapelikeloja käsiteltäessä tulisi noudattaa varovaisuutta, koska kelasta maksetaan pantti jonka saa takaisin kun kela palautetaan ehjänä. Turhan rahanmenon estämiseksi kannattaa kelojen käsittelemiseen kiinnittää erityistä huomiota. Tyhjät kaapelikelat tulisi varastoida paikkaan josta ne ovat helposti noudettavissa.

Kaapelikelojen nostamiseen, liikuttamiseen sekä kaapelin purkamiseen on olemassa seuraavia työkaluja:



KUVA 2. Viputarrain (Kuva: www.skt-products.fi)



KUVA 3. Kelannostohaarukka (Kuva: www.skt-products.fi)

3.3 Asennussyvydet

Kaapelin asennussyvyys riippuu siitä mihin kaapeli asennetaan. Yleinen suositeltu asennussyvyys on 0,7 m. Ojien kohdalla suositeltu asennussyvyys on 1 m ojan pohjasta, jolloin ojien perkausvaiheessa ei ole välitöntä vaaraa osua kaapeliin.

Jos kaapelia ei voida asentaa 0,7 m:n syvyydelle, kaapeli tulee suojata tapauskohtaisesti laatuvaatimukset täyttävällä menetelmällä. Kaapeleiden suojaamisesta tarkemmin kohdassa Maakaapeleiden suojaaminen.

3.4 Asentaminen kaapelikaivantoon

Yleisin käytetty kaapelin asennustapa on kaivaa kaapelikaivanto ja laskea kaapeli kaivantoon. Kaivutyö suoritetaan yleensä koneellisesti kaivupaikkaan parhaiten soveltuvalle kaivinkoneella. Kaivannon syvyys ja leveys riippuu kaivantoon asennettavien kaapeleiden määrästä. Yleisesti syvyydeksi riittää 0,8 m ja leveydeksi 0,4 m.

Kaivannon pohjan tulee olla tasainen. Kaapeli lasketaan kaivantoon ja peitetään hienolla maa-aineksella, alkutäytön jälkeen asennetaan kohteesta riippuen kaapelinsuojanauha tai -verkko. Kaapeli voidaan laskea kaivantoon joko purkamalla kaapeli kelalta käsin tai

koneellisesti. Purku koneellisesti voidaan suorittaa esimerkiksi kaivinkoneilla siten, että kaapelikela roikotetaan toisella ja toisella puretaan. Koneellisesti purettaessa tulee käyttää kaapelinvetosukkaa ja varmistaa ettei kaapelin suurinta sallittua vetolujuutta ylitetä. Täytettäessä kaivantoa tulee varmistaa ettei kaapelin päälle lasketa kiviä jotka voisivat aiheuttaa kaapelin vaurioitumisen. Kaivantoa täytettäessä tulee se tiivistää täryttimellä n. 300 mm:n paksuisina kerroksina riittävän useasti, vaadittavan tiiveyden saavuttamiseksi. Täyttötöiden jälkeen tulee jälki siistiä joko koneellisesti tai käsin. Vuodenajasta riippuen nurmialueilla asennustöiden aiheuttamat jäljet tulee mullata ja istuttaa siemenet mahdollisimman nopeasti. Elenian kaivuohje liitteenä 1.

3.4.1 Vaatimus

“Kaapelikaivannot ja -urat tehdään siten, että kaapelit voidaan asentaa ja putkitukset rakentaa suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti sallittujen mittapoikkeamien rajoissa. Putkitukset käsittävät mm. perinteiset kaapelikanavat.” (InfraRYL)

3.5 Asentaminen auraamalla

Kaapelin auraus on menetelmä, jossa maahan tehdään viilto ja samanaikaisesti viiltoon asennetaan kaapeli ja varoitusnauha tai suojaverkko. Auraaminen tapahtuu työkoneella (yleisesti kaivinkone) johon on asennettu ns. kaapeliaura.

Jotta voidaan varmistua maaston soveltuvuudesta kaapelin asentamiseen auraamalla, tulee suorittaa esiauraus. Esiaurauksessa suunniteltu kaapelireitti ajetaan läpi routapiikillä tai kaapeliauralla ilman kaapelia. Esiauraus tehdään samansuuntaisesti kun varsinaisen auraus. Esiaurauksella varmistetaan että kaapelireitillä ei ole isoja kiviä, juurakoita ym. esteitä. Esteiden sattuessa kohdalle tulee ne poistaa kaapelireitiltä ennen varsinaisen aurauksen aloittamista, reittimuutokset ovat myös mahdollisia esimerkiksi kallion sattuessa suunnitellulle kaapelireitille. Esiaurauksen osoittaessa ettei kaapelia voida asentaa 0,7 m:n syvyyteen vaihtoehtoina on kaapelikaivannon kaivaminen ja kaapelin suojaaminen tarpeellisin menetelmin tai reittimuutos. Louhinta on myös mahdollista kallion ollessa lähellä maanpintaa. Tukena maaston soveltuvuudesta auraukselle voidaan käyttää jo olemassa olevia maastotietoja.



KUVA 4. Kaapeliaura (Kuva: Virkajärvi Jari 2014)

3.5.1 Aurauksen aloitus

Aurausta aloitettaessa tulee kaivaa ns. aloituskuoppa jossa kaapeli/kaapelit sekä varoituss nauha/verkko asennetaan auran. Aloituskuopassa tarkastetaan myös kaapelin asennussyvyys. Jos aurataan useampaa kaapelia samaan aikaan, tämän opinnäytetyöntekijä suosittelee järjestystä, jossa halkaisijaltaan suurin kaapeli asennetaan ensimmäiseksi auran ja pienemmät sen jälkeen.

Aurattava kaapeli voidaan syöttää auran suoraan kelalta jota kantaa toinen kaivinkone tai muu vastaa työkonetta. Aurattaessa monia kaapeleita samaan aikaan, on mahdollista tilan puitteissa levittää kaapeli/kaapeleita aurasuran läheisyyteen. Tällöin on tarpeellista jättää kaapeliin tarpeeksi varaa, ettei kaapeli pääse kiristymään liikaa auraustilanteessa. Levitettäessä kaapelia maastoon on myös huomioitava auraustyötä suorittavan työkonetta vaatima tila ja estää mahdollinen kaapelin yliajo ja siitä johtuva kaapelin rikkoutuminen. Liikaa työtilaa ja työvaraa kaapelissa ei periaatteessa voi olla.

3.5.2 Jatkoskohdat

Tilanteissa joissa kaapelinaurausreitti on pitkä ja aurattavaan kaapeliin joudutaan tekemään jatkos, tulee reitille kaivaa ns. jatkoskuoppa jossa sähköasentajat jatkavat kaapelin. Jatkoskuopan tulee olla riittävän leveä, pitkä ja syvä, että asentajilla on hyvin tilaa työskennellä. Jatkosmonttujen tarkkaa sijaintia on etukäteen hankala arvioida, joten tämän opinnäytetyön tekijä suosittelee niiden kaivamista vaiheessa, jolloin aurattavaa kaapelia on jäljellä n. 10 metriä. Näin säästytään ylimääräiseltä kaivamiselta, jos etukäteen tehty jatkosmonttu ei osukaan juuri kohdalle.

3.5.3 Aurauksen lopetus

Aurauksen tultaessa päätepisteeseen, tulee kaivaa ns. lopetuskuoppa. Lopetuskuopan tulee olla riittävän leveä, pitkä ja syvä, että kuopassa on hyvin tilaa suorittaa lopetus-toimenpiteet, joita ovat kaapelin asennussyvyyden tarkastaminen, kaapelin/kaapeleiden irrottaminen, auran yleiskunnon tarkastus ja puhdistaminen sinne mahdollisesti ajautuneesta maa-aineksesta.

3.5.4 Aurauksessa huomioitavia asioita

Aurauksessa tulee kiinnittää seuraaviin asioihin huomiota:

- Aurattava kaapeli saa täyttää auran kaapelikanavan sisähalkaisijasta korkeintaan 80%, jotta vältetään kaapelin kiilautumisriski aurassa.
- Auraustyökalun sisään ei saa päästää kiviä tai muita esineitä, jotka voivat vahingoittaa kaapelia.
- Aurauksessa ei saa alittaa kaapelityypille annettuja alimpia asennustyön aikaisia taivutussäteitä. Kriittisimpiä kohtia ovat kaapelin syöttäminen auraan ja auran sisällä muodostuva taivutussäde.
- Aurauksessa ei saa ylittää kaapelille määriteltyjä suurimpia sallittuja veto-voimia.
- Auratessa auraustyökalua ei saa liikuttaa kuin kaapelilinjan etenemissuuntaan.
- Kaapelia on tarkkailtava koko aurauksen ajan.

- Auraus on pysäytettävä välittömästi jos huomataan, että kaapelilla on mahdollisuus vaurioitua esim. kaapeli on liian kireällä, hankaa johonkin auran osaan, kaapelinvaroituss nauha/verkko on loppumassa ja tarvitsee vaihtaa täyteen rullaan.
- Auratessa kaapelia/kaapeleita tien sisäluiskaan tulee huomioida tiellä sijaitsevat rummut ja välttää näiden rikkominen.
- Talvella auratessa tulee huomioida koneen mahdollinen liukuminen jäisellä pinnalla. (Maakaapeleilla säävarmuutta verkkoon)



Kuva 5. Kaapelin asentaminen auraamalla (Kuva: www.novatron.fi)

3.6 Asentaminen vesistöön

Sähköä käyttävää asumista sijaitsee myös saaristoissa ja suunnitellulla kaapelireitillä voi olla vesistöjä. Paikoissa joissa ilmajohtojen asentaminen on mahdotonta, kaapelireitin

teko on mahdollista toteuttaa asentamalla kaapeli vesistön pohjaan. Pienten jokien ja lampien kohdalla kaapelin vienti voidaan toteuttaa suuntaporaamalla.

Vesistöön asennettaessa kaapeli lasketaan veneestä/lautalta vesistön pohjaan. Työalustaa valittaessa tulee huomioida kaapelointimatka, lyhyillä etäisyyksillä mikä tahansa kelluva alusta kelpaa työalukseksi, kunhan työtilaa on riittävästi. Sääolosuhteet tulee huomioida kaapelia asennettaessa, tuulisella säällä lautta saattaa liikkua huomattaviakin määriä ja näin ollen voidaan poiketa suunnitellulta kaapelireitiltä. Rantautumiskohdissa kaapeli suojataan tarpeen mukaan kaapelinsuojaputkella tai muulla laatuvaatimukset täyttävällä menetelmällä. Tarvittaessa vesistön pohjaan laskettu kaapeli suojataan betonisilla kouruilla, jotka samalla toimivat kaapelin painona. Kaapelin asettuminen ja sijainti vesistön pohjaan varmistetaan tarvittaessa sukeltajan avulla. Kaapelin sijaintitiedot mitataan ja välitetään tilaajan osoittamaan tietokantaan. (Vesistökaapelointien suunnittelu- ja rakentamisohje.)

3.7 Kaapelijatkot ja päätteet

Sähkönjakeluverkkoa rakennettaessa kaapelia on tarpeen jatkaa ja kaapeli voi päättyä esim. talon seinustalle jossa ei vielä ole asennettu uutta sähkökeskusta. Kaapeli voidaan joutua katkaisemaan määrämittaansa. Suojaamaton kaapelin pää mahdollistaa veden pääsyn kaapelin sisälle ja vesi/kosteus voi aiheuttaa kaapelin vaurioitumisen. Kyseisissä tilanteissa kaapeleiden päät tulee suojata ja estää veden pääseminen kaapeliin. Kaapelin päät voidaan suojata kutistesukalla, joka estää tehokkaasti veden pääsyn kaapelin sisään. Kutistesukka lämmitetään kaapelin päähän kaasupolttimella. Kesällä tehtävissä kaapelointitoissa kytkemätön kaapelinpää tulee työmaadoittaa ukkosten varalta. Työmaadoittaminen toteutetaan liittämällä alumiinilanka jokaiseen kaapelin vaiheeseen ja lanka työnnetään maahan.

3.8 Mahdolliset kaapelivauriot

Kaapelia asennettaessa on mahdollista että siihen syntyy jonkinasteinen vaurio. Esimerkiksi kun kaapelia asennetaan auraamalla ja kaapeli pääsee kiristymään liikaa muodostaen liian pienen taivutussäteen aiheuttaen kaapelin vaurioitumisen. Jos tilannetta ei

huomata, jää vaurioitunut kohta kaapelista maan alle piiloon. Kaapelin vaurioituminen huomataan vasta kaapelin tarkastusvaiheessa, jolloin sähköasentajat tekevät kaapelin vaipan eheysmittauksen. Vaurioitunut kohta paikannetaan ja kaapeli kaivetaan siltä kohdin esiin. Työkoneet saattavat olla jo kaukana vaurioitumispaikasta ja jo pelkkä työkoneen siirto vaurioitumiskohdan esiin kaivamiseksi lisää huomattavasti kustannuksia.

Asennettaessa kaapelia kaapelikaivantoon, on mahdollista että täyttövaiheessa kaapelin päälle tippuu kivi tms. joka aiheuttaa kaapelin vaurioitumisen. Kun vaurioitunut kohta kaapelista huomataan, tulee se merkitä merkkauksmaalilla tai muulla vastaavalla ja jättää vaurioitunut kohta peittämättä. Näin sähköasentaja pystyy paikantamaan, tarkastamaan ja korjaamaan vaurioituneen kohdan.

On myös mahdollista, että kaapeliin on syntynyt vaurio jo kaapelin toimitusvaiheessa. Vaurioitunut kohta tulee valokuvata ja ottaa yhteyttä kaapelikeloihin toimittavaan yritykseen. Toimitusyritys on tällöin vastuussa kaapelin vaurioitumisesta. Tämän opinnäytetyön tekijä suosittelee kaapeleiden kunnon tarkastamista siinä vaiheessa, kun kaapelikelat saapuvat työmaalle.

4 MAAKAAPELEIDEN SUOJAAMINEN

4.1 Suojauksen tarkoitus

Maahan asennettujen kaapeleiden suojaamisen tarkoituksena on estää myöhemmin tehtävien maanrakennustöiden mahdollisesti aiheuttamat vahingot, sekä vähentää kaapeliin kohdistuvaa maan tiivistymisen ja painumisen aiheuttamaa räsitusta. Kaapelin suojaamiseen käytettävät suojukset jaetaan standardi SFS5608 mukaan kolmeen eri luokkaan:

Raskaat suojukset, johon kuuluvat betonikourut ja -laatat, teräspuutket sekä lujuusluokan A muovipuutket ja -kourut. Keskiraskaat suojukset, johon kuuluvat lujuusluokan B muovipuutket ja -kourut. Kevyet suojukset, johon kuuluvat lujuusluokan C muovipuutket ja -kourut. (Infraverkkojen sijoittaminen maanteiden ja yksityisteiden varteen. E.Palomäki)

4.2 Kaapelinsuojaputki

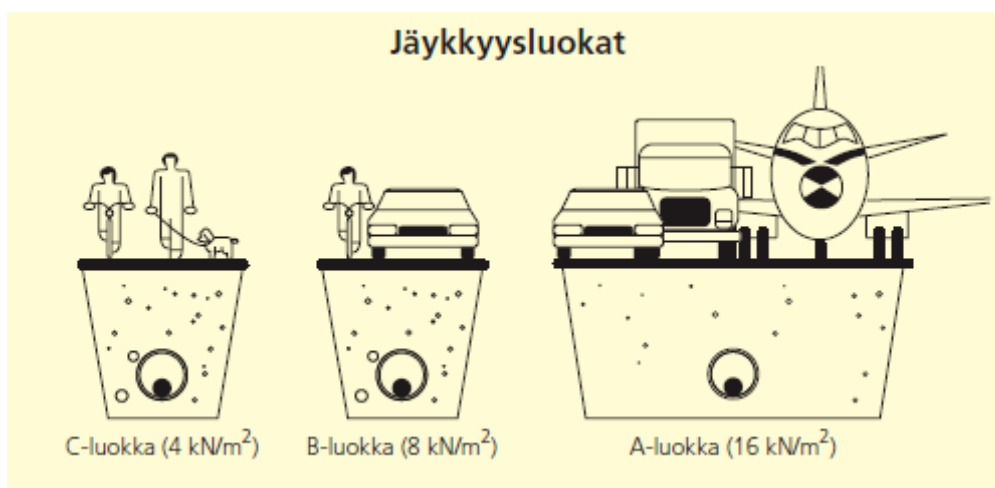
Yleisimpänä kaapelinsuojausmenetelmänä voidaan pitää kaapelinsuojaputkea. Menetelmässä kaapeli asennetaan suojaputken sisään. Suojaputki on yleensä valmistettu muovista.

Kaapelinsuojaputket jaetaan standardi SFS5608 mukaan putken rengasjäykkyyden perusteella kolmeen eri luokkaan:

A = raskas käyttö (liikennöidyt alueet) rengasjäykkyys $\geq 16 \text{ kN/m}^2$

B = keskiraskas käyttö (kevyen liikenteen alueet) rengasjäykkyys $\geq 8 \text{ kN/m}^2$

C = kevyt käyttö (alueet joissa ei liikennettä) rengasjäykkyys $\geq 4 \text{ kN/m}^2$



Kuva 5. Kaapelinsuojaputkien jäykkyysluokat (Kuva: www.pipelife.fi)

4.2.1 Asentaminen kaapelinsuojaputkeen

Tiettyissä olosuhteissa kaapelia joudutaan asentamaan suojaputkeen pitkiäkin matkoja. Tällöin kaapelin käsin asentaminen ei ole kannattavaa/mahdollista. Näissä tapauksissa suojaputket asennetaan tyhjänä kaapelikaivantoon ja kaivanto täytetään. Putket tulisi asentaa mahdollisimman suoraan linjaan. Kaapelin asentaminen putkeen onnistuu tällöin kaapelinvetolaitteella, joka on yleisesti rakennettu peräkärryyn. Kyseinen laite syöttää suojaputkeen lasikuitusauvan ns. kaapelikäärme, jonka pituus vaihtelee tarpeen mukaan. Sauvan tultua putkilinjan toisesta päästä ulos, kiinnitetään siihen itse asennettava kaapeli/kaapelit. Tämä tapahtuu kaapelinvetosukalla ja vetosokalla. Kaapelinvetosukka asennetaan kaapelin päähän niin pitkälle kuin se on mahdollista. Tämän jälkeen vetosukan ja kaapelin päälle kierretään vahvaa teippiä, joka estää kaapelin irtoamisen suusta. Vetosokan avulla vetosukka/kaapeliyhdistelmä kiinnitetään kaapelikäärmeeseen/vetoliinaan. Tämän jälkeen suoritetaan kaapelin vetäminen. Vedettäessä kaapelinvetolaitteella tulee varmistaa, että kaapeli ei kiilaudu suojaputken reunaan aiheuttaen mahdollisen vaurion kaapeliin. Vetolaitteella voidaan asentaa samanaikaisesti useampakin kaapelia, mikäli laitteen vetoteho on riittävä ja kaapelin/kaapeleiden suurinta sallittua vetolujuutta ei ylitetä.

4.3 Halkaistu kaapelinsuojaputki

Halkaistavalla kaapelinsuojaputkella pystytään suojaamaan kaapeli/kaapelit paikoissa joihin ei tavallista suojaputkea voida asentaa. Paikkoja ovat esimerkiksi kaapelireitti, jossa on paljon jyrkkiä mutkia ja kaapelinvetolaitetta ei voida käyttää. Halkaistua kaapelinsuojaputkea ja kaapelinsuojakourua yhdessä käyttämällä kaapeli saadaan ko. paikoissa suojattua laatuvaatimusten mukaisesti.

Jos esiauraus osoittaa ettei kaapelia voida aurata 70 cm:n syvyyteen osasta aurausreittiä, tulee aurattava reitti kaivaa siltä osin auki. Tällöin auraus voidaan suorittaa kaivannon pohjaa myötäillen. Näin ollen kaapeli jää näkyviin ja voidaan suojata halkaistulla kaapelinsuojaputkella.

4.4 Kaapelinsuojakouru

Kaapelinsuojakourua voidaan käyttää kaapelin suojaamiseen tilanteissa, joissa kaapelin peitesyvyys on < 50 cm. Kourut tulee asentaa limittäin n. 20 cm:n matkalta. Kouruja voidaan myös asentaa päällekkäin jolloin suojauksesta tulee kestävämpi. Kouru ei suoja kaapelia kaapelin alle kohdistuvilta rasituksilta mm. roudan vaikutus. Kouru tulee asentaa siten, että se tukeutuu maahan eikä jää kaapelin kannatukselle. Kourun reunat eivät saa vahingoittaa kaapelin vaippaa.

4.5 Betonoimalla

Kaapelin suojaaminen betonoimalla on tehokas tapa suojata kaapeli, kun kaapeli asennetaan kallion päälle ja kaapelikanavan louhinta ei tule kysymykseen. Suojaus voidaan tehdä muotin kanssa tai ilman. Kaapeli asennetaan ensin suojaputkeen tai -kouruun, jonka jälkeen päälle valetaan betonisuoja, mitoiltaan vähintään 30 cm leveä ja 20 cm korkea. Liikennöitävillä alueilla betonisuojaus tulee raudoittaa pitkästäissuunnassa.

Betonisuojan huonoja puolia ovat ulkoiset kuormitukset maastossa, esim. metsäkoneet, mönkijät jotka saattavat rikkoa suojan. Myös veden jäätyminen suojarakenteen ja kalli-on välissä tai suojaputken tai -kourun sisällä voi aiheuttaa suojan murtumisen. Betonilla

suojatessa ongelmia ovat suuri betonin menekki sekä suojauksen käyttöiän epävarmuus. (Keskijännitekaapelin asennus kallion ylityksiin)

4.6 Kaapelin varoitusnauha ja –verkko

Kaapelin varoitusnauhan ja –verkon tarkoituksena on viestittää riittävän ajoissa kaivutyötä tekeväälle, että maassa on kaapeli/kaapeleita. Varoitusnauha tai –verkko asennetaan kaapelikaivantoa täytettäessä suoraan kaapelin yläpuolelle n. 30 cm:n syvyydelle maanpinnasta.

Varoitusverkolla on hyvä vetolujuus mikä helpottaa sen ehjänä säilymistä. Poikittaisjäykkyytensä puolesta verkko on helppo asentaa. Varoitusverkkoa voidaan käyttää kaikkien maan alle asennettavien putkien ja kaapeleiden suojana. (Nordpel Oy)

5 MAAKAAPELIRAKENTEEEN KELPOISUUDEN OSOITTAMINEN

5.1 Kaapelikaivanto

”Kaivannon sijainnin toteamiseksi työn aikana tehtävistä tarkemmittauksista voidaan todeta kaivannon muoto ja asema vähintään 20 m:n välein. Kaivannon pohjaa tehtäessä tarkkaillaan jatkuvasti maaperän laatua ja tarvittaessa tarkastetaan maanäyttein, vastaa-ko maaperän laatu suunnitelma-asiakirjoissa esitettyä. Kelpoisuusasiakirjassa esitetään seurannan tulokset.”(InfraRYL)

5.2 Vaatimukset

“Ennen kaapelikaivannon suojatäyttöä mitataan asennettu kaapeliverkko ja siihen kuuluvat rakenteet ja laitteet todellisen sijainnin toteamiseksi. Mittaustietojen perusteella ylläpidetään johto- tai verkkokarttaa. Tarkemmittaukset tehdään verkonhaltijan vaatimusten mukaisesti. Tarkemmittoja otetaan niin runsaasti, että niiden avulla voidaan laatia luotettava johto- tai verkkokartta.” (InfraRYL.)

5.3 Auraamalla asennettu kaapeli

”Kaivannon sijainti ja leikkaustaso todetaan työn aikana tehtävin tarkemmittauksin. Aurausviillon sulkeutuminen ja työympäristön viimeistely todetaan silmämääräisin tarkasteluin.” (InfraRYL.) Auraamalla asennetun kaapelin asennussyvyys voidaan varmistaa tarvittaessa kaapelitutkalla.

5.4 Kaapelin sijaintitiedot

Asennetun kaapelin sijaintitiedot tulee välittää tilaajan tietokantaan. Mittaus suoritetaan GPS-paikantimella. Nykyajan gps-paikantimien tarkkuus on n. 0,5m:n luokkaa. Paikantaminen tulisi tehdä mahdollisimman nopeasti asennuksen jälkeen, jolloin auraamisura/kaapelikaivannon jälki on vielä selkeästi havaittavissa. Sijaintitietoihin tulee myös merkitä suojaustapa, jos kaapelia on ollut tarpeen suojata.

6 SÄHKÖNJAKELUVERKON YLEISIMMÄT OSAT JA NIIDEN ASENTAMINEN

6.1 Yleistä

Sähkönjakeluverkon rakentaminen ei ole pelkästään kaapelin asentamista vaan verkko koostuu myös muista laitteista kuten jakokaapit ja muuntamot. Näiden asentaminen on maanrakentajan tehtäviä verkkoa rakennettaessa.

6.2 Jakokaappi

Jakokaappi on osa sähkönjakeluverkkojärjestelmää. Jakokaapin koko riippuu sitä syöttävästä runkokaapelista ja sieltä lähtevistä kaapeleista. Jakokaapit sijoitetaan helposti havaittaviksi ja sähkönkuluttajiin nähden keskeiselle paikalle. Yleisin sijoituspaikka on tienpiennar. Jakokaappi ei saa estää tien auraamista sekä muuta käyttöä. Jakokaapille tulee olla esteetön pääsy kaikkina vuodenaikoina. (Pienjännitteisen ilmajohtoverkon saneeraus maakaapeliverkoksi)

6.2.1 Asentaminen

Jakokaappi asennetaan kaapelireittiä tehtäessä. Jakokaapin alustan tulee olla tasainen ja kaapin suunniteltu korkeusasema tiedossa. Jakokaapin asennuksen yhteydessä asennetaan myös jakokaapin maadoituskupari. Kuparin pituus on yleensä 25 m ja se voidaan asentaa samaan kaivantoon kaapelin kanssa. Kuparin asentaminen auraamalla on myös mahdollista. Jakokaapille tulevien ja sieltä lähtevien kaapeleiden tulisi yltää jakokaapin yläreunaan asti. Näin kaapeleissa on riittävästi asennusvaraa.

6.3 Muuntamo

Muuntamon tarkoitus on muuntaa sähkövirran voimakkuus. Maanrakentajan tehtävä on rakentaa muuntamon pohjat ja nostaa muuntamo paikoilleen. Muuntamon pohjia tehtä-

essä asennetaan muuntamon maadoituskuparit ja maadoitussauvat. Pohja rakennetaan sepelistä ja tiivistetään. Muuntamolle tulevat ja sieltä lähtevät kaapelit tulee mitoittaa siten, että ne niissä on riittävä asentamisvara. Muuntamon asennusohje liitteenä 1.

7 POHDINTA

Opinnäytetyö koostui lähinnä ohjeista ja säädöksistä ja niihin perehtymisestä. Työn käytännön osuus koostui kaapeleiden asentamisesta ja sijaintitietojen mittaamisesta. Kaapelin asentaminen auraamalla oli uusi asennustapa yritykselle ja vaati alkuun opettelua. Rauhallisen opettelu lopputuloksena kaapeleiden auraaminen alkoi sujumaan mallikkaasti. Auraustyökalua liikuttavan kaivinkoneen kuljettajalla on hyvä omata paljon työkokemusta. Työkokemus osaltaan vähentää mahdollisten aurausvirheiden tapahtumista. Kaapelin asentaminen kaivantoon oli yrityksellä jo hyvin hallinnassa ja asentaminen tapahtui rutiininomaisesti. Ainoaksi ongelmaksi muodostui lohkareiset maaperät sekä kallion ollessa aivan maan pinnassa. Useassa tapauksessa kaapeli suojattiin betonikouruilla, louhinnan välttämiseksi.

Projektin edetessä tärkeimmäksi asiaksi muodostui keskustelut maanomistajien kanssa. Heiltä sai tärkeimmän tiedon maassa jo olevien kaapeleiden ja vesijohtojen sijainneista.

Dokumenttien ja suunnitelmien lukuun työnjohtaja ei voi kuluttaa liikaa aikaa. Varsinkin useaa kaapelia samaan aikaan asennettaessa on oltava täysin varma mitä kaapeleita on suunniteltu asennettavan. Väärän kaapelin asennuksen korjaaminen vaatii todella paljon aikaa sekä ylimääräistä työtä ja näin urakassa voidaan tehdä huomattavaa taloudellista tappiota.

Taajamissa maakaapelointi tulisi toteuttaa siten, että kaivannot ovat mahdollisimman lyhyen aikaa auki. Tämä voidaan toteuttaa siten, että työntekijät sitoutuvat työvuoron aikana tekemään ennalta sovitun määrän kaapelinvetoa, sisältäen kaivu- ja täyttötöitä.

Työ oli opettavainen ja työstä hyötyvät maanrakennusyritykset joilla ei ole vielä kokemusta sähkökaapeleiden asentamisesta maan alle.

LÄHTEET

Hämäläinen, J. & Teriö, O. 2011. Keskipännitekaapelin asennus kallion ylityksiin. Tampereen teknillinen yliopisto. Luettu 11.12.2013.

<http://www.tut.fi/idcprod/groups/public/@1102/@web/@p/documents/liit/p019778.pdf>

InfraRYL. 2012b. 33110 Maakaapeliasennukset. 1.10.2012

Kuvat 2, 3. Suomen kaapelitarvike Oy. Web-sivu. Luettu 13.3.2014. <http://www.skt-products.fi/skt/Tuotteet.php>

Kuva 5. Novatron. Kaapelin asentaminen auraamalla. Tulostettu 12.5.2014.

http://www.novatron.fi/fi/images/elenia3_small.jpg_500x500

Liikennevirasto. 2012. Sähköjohdot ja maantiet. [Luonnos]. 28.6.2013. Luettu

12.12.2013. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2011-04_sahkojohdot_maantiet_web.pdf

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132

Mutru, M. 2012. Maakaapeleilla säävarmuutta verkkoon. Reka Kaapeli Oy. Web-sivu.

Luettu 13.12.2013. http://www.reka.fi/files/1605_Artikkeli2012-01-02MaakaapeilllasvarmuuttaverkkoonPDF.pdf

Nordpel Oy.Varoitukset. Web-sivu. Luettu 14.2.2014.

http://www.nordpel.com/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=4

Palomäki, E. 2008. Infraverkkojen sijoittaminen maanteiden ja yksityisteiden varteen. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Yhdyskuntarakentaminen. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Petaja, E. 2012. Vesistökaapelointien suunnittelu- ja rakentamisohje. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Pipelife. Sähköasennusputket ja kaapelinsuojausjärjestelmät. Web-sivu. Luettu 2.4.2014.

http://www.pipelife.fi/_media/fi/kaapelinsuojaus/Pipelife_esite_Sahko_ja_kaapelinsuojatuotteet_2012.pdf

Viljakainen, T. 2012. Pienjännitteisen ilmajohtoverkon saneeraus maakaapeliverkoksi. Sähkötekniikka. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

LIITTEET

Liite 1. Elenian kaivuohje

Liite 2. Puistomuuntamon perustus



Ohje kaivutyöstä Elenia Oy:n sähköverkon läheisyydessä

1 Yleistä

Yhteiskunta ja ihmisten arki tarvitsevat entistä varmempaa sähköjakelua. Sähköverkon on myös kaikissa olosuhteissa ja tilanteissa toimittava niin, ettei siitä aiheudu vaaraa.

Elenian toimialueella on sähköjakeluun liittyviä maakaapeleita ja ilmajohtoja. Turvallisuuden parantamiseksi ja vaurioiden välttämiseksi kaikissa maankaivu- ja louhintatöissä on noudatettava tämän ohjeen vaatimuksia.

Tässä ohjeessa kaapeleilla ja johdoilla tarkoitetaan Elenia Oy:n omistamaa ja hallitsemaa sähköverkkoa.

Kaapeleita voi sijaita yllättävissäkin paikoissa, esimerkiksi harvaan asutulla seudulla.

Muilla toimijoilla kuten kunnilla, kaupungeilla, kaukolämpöyhtiöillä, teleyhtiöillä, ja liikennevirastolla on omia ohjeita ja määräyksiä kaivutöiden suorittamisesta. Määräykset koskevat mm. liikennejärjestelyjä, kaivantojen suojausta, täyttöä ja päällystämistä.

2 Korvausvastuut

Kaivutyön tilaaja vastaa Elenialle syntyneistä kustannuksista mm. kaapeleiden siirroissa ja työn aikaisissa suojauksissa. Kaivutyön aikana todetuista ja myöhemmin aiheutuvista vahingoista ja vaurioiden korjauskustannuksista vastaa vaurion aiheuttaja.

3 Maakaapeleiden sijainti

Ennen kaivutyön aloittamista on selvitettävä kaivualueella mahdollisesti olevien maakaapeleiden ja laitteiden sijainti.

Elenia Oy:n maakaapeleiden sijaintitiedot voit varmistaa puhelimitse arkisin klo. 8-16 numerosta **020 586 4205**. Voit myös tilata kartan tai neuvontapalvelun www.sivultamme www.elenia.fi/sahko/kaapelinnaytto löytyvällä lomakkeella. Ottamalla yhteyttä sijaintitietopalveluumme saat selville, onko näyttö tarpeellinen.

Saat sijaintiedon kartalla tai maastoon merkittynä viiden työpäivän kuluessa tilauksestasi. Kun maakaapeleiden sijainnin varmistamiseksi tarvitaan kaapeleiden paikantaminen työskentelyalueella, on palvelun tilaajan edustajan oltava paikalla, kun kaapeleiden sijainti merkitään maastoon. Palvelu on maksutonta arkisin työaikoina.

Uusintanäytöistä kahden viikon aikana samaan työkohteeseen ja alle viiden päivän pikatoimituksista veloitamme verkkopalveluhinnastomme mukaisen palvelumaksun.

Äkillisten ennalta arvaamattomien tilanteiden vaatimista kaapelinnäytöistä, kuten esim. putkistovuodot, sovitaan erikseen.

Maakaapeleiden paikantaminen ei siirrä kaivutyövahinkojen korvausvastuuta kaivajalta Elenia Oy:lle.

4 Kaivutyöt

Kaapelit, lukuun ottamatta teiden alituksia, on asennettu pääsääntöisesti ilman erillistä mekaanista suojaa. Taajamissa maakaapeleiden mekaanisena suojana on voitu käyttää betonikouruja, muovikouruja tai muoviputkia. Sähkökaapeleiden suojana käytettävien muoviputkien tai -kourujen väri on yleensä keltainen. Jakeluverkon maakaapeleita on asennettu myös mustiin ja harmaisiin suojaputkiin.

Kaapeleista varoittavaa merkinauhaa tai varoitusverkkoa ei kaikissa maakaapeliasennuksissa ole käytetty.

Jännitteistä kaapelia tai jännitteisen kaapelin sisältävää suojaputkea ei saa kaivaa esiin.

Jännitteettömäksi kytkettyjen kaapeleiden ja suojaputkien esiinkaivaminen on aina tehtävä varovaisuutta noudattaen. Konekaivu edellyttää sähkökaapeleiden osalta 0,5 metrin turvaetäisyyttä. Mikäli turvaetäisyys alittuu, kaapeleiden esiinkaivaminen on tehtävä käsityökaluilla.

Kaapelit sijaitsevat normaalisti 0,7-0,8 metrin syvyydessä. Myöhemmin suoritettujen maanpinnan muutostöiden johdosta syvyydet saattavat vaihdella paikallisesti paljon.

Kaikkiin kaapeleihin ja johtimiin tulee suhtautua kuin jännitteisiin kaapeleihin ja johtimiin kunnes Elenia on varmistanut niiden jännitteettömyyden.

5 Maakaapeleiden työaikainen siirtäminen

Kaapeleiden, myös suojaputkessa olevien kaapeleiden, siirtoihin on saatava aina Elenia Oy:n lupa, puh. **020 586 11**. Siirrot tekee Elenia Oy:n edustaja tai siirrot tehdään Elenia Oy:n edustajan valvonnassa. Siirrot tehdään kaapeleiden ollessa jännitteettömänä. Työssä tulee noudattaa varovaisuutta.

Siirtoja suoritettaessa on huolehdittava siitä, että kaikki työhön osallistuvat ovat tietoisia turvallisuusmääräyksistä ja sähkötapaturman vaarasta.

7 Maakaapeleiden peittäminen

Ennalta suunnitelluissa kaivutöissä Elenia Oy:n edustaja päättää, mitkä kaapelit kaivaja saa peittää ilman tarkastusta ja sijaintikartoitusta, ja mitkä kaapelit Elenia Oy määrittelee tarkastettavaksi ennen peittämistä. Jos muissa kuin ennalta suunnitelluissa kaivutöissä paljastuu kaapeleita, on kaivutyö välittömästi keskeytettävä ja asiasta on ilmoitettava Elenia Oy:lle. Kaapelia ei saa peittää ennen kuin Elenia Oy:n edustaja on antanut luvan peittämiselle.

Ennen kaapeleiden peittämistä Elenia Oy:n edustaja tarkastaa kaapeleiden kunnon ja petauksen

alustalleen. Elenia Oy:n edustaja valvoo myös, että kaapelien ympärille tulevaa hienoa hiekkaa on riittävästi, eikä se pääse valumaan pois. Rikkoutuneet maadoitusjohtimet, varoitussauhat, suojakourut ja –putket uusitaan tai korjataan. Kourujen tai putkitusten päälle tulee tehdä ohjeiden mukainen hiekkatäyttö ennen pintakerroksia. Isoja kiviä ei saa käyttää täyttöön.

Mikäli kaapeleita on kytketty jännitteettömäksi kaivutyötä varten, kaivutyöstä vastaavan on ilmoitettava työn päättymisestä välittömästi Elenia Oy:n vastuuhenkilölle, jonka kautta kaapeleiden jännitteettömäksi kytkentä on tilattu. Toimenpiteellä varmistetaan, että verkon kytkentätilanne saadaan mahdollisimman nopeasti palautettua normaaliksi.

8 Räjätystyöt kaapeleiden läheisyydessä

Suorittaessa räjäytystöitä kaapeleiden läheisyydessä, on työstä aina ilmoitettava Elenia Oy:lle, puh. 020 586 11. Keskijännitekaapelit (20 kV) kytketään jännitteettömäksi ennen työn aloittamista. Jos kaapelin jännitteettömäksi kytkeminen ei ole mahdollista, siirretään räjäytysajankohtaa tai työ sovitaan tehtäväksi muutoin. Elenia Oy:n edustajan kanssa on sovittava kaapeleiden suojaamistavasta, mikäli kaapeleiden suojaamiseen on tarvetta. Räjätystyön jälkeen Elenia Oy:n edustaja tarkastaa kaapelit. Kaapelien peittäminen tehdään kohdan 7 mukaisesti.

9 Maakaapeleiden vaurioituminen

Kaikista kaapeleiden ja maadoitusjohdinten vaurioista on ilmoitettava välittömästi Elenia Oy:lle, koska vaurio voi aiheuttaa vaaratilanteen ja laajaa aluetta koskevan sähkönjakelukeskeytyksen. Vikapalvelunumero on **020 690 911**.

Vähäiseltäkin tuntuvista kaapelivaurioista, joita ovat esim. pieni vaipan painauma, pienisäteinen taipuma/mutka, pintaeristyksen repeämä/naarmu tai kaapeliasennusputken rikkoutuminen, tulee ilmoittaa. Mainituista vaurioista aiheutuu yleensä aina myöhemmin kaapeli- tai muu vaurio sekä mahdollisesti sähkönjakelun keskeytys.

Kaapeleiden yhteydessä tai aivan erillisinä maassa voi olla myös maadoitusjohtimina toimivia kupari- ja teräsjohtimia. Maadoitusjohtimia ei saa vaurioittaa tai katkaista. Pienistäkin vaurioista on aina ilmoitettava Elenia Oy:lle. Maadoitukset ovat osa sähköverkon suojausjärjestelmää ja niiden vaurioituminen tai puuttuminen saattaa aiheuttaa sähkönkäyttäjille hengenvaarallisia tilanteita.

Vaurioiden korjaaminen auki olevassa kaivannossa on huomattavasti edullisempaa, kuin jälkikäteen.

Vaurioitunut kaapeli voi olla edelleen jännitteinen tai siihen voi tulla jännite takaisin. **Kaapelin vauriokohdan läheisyydestä on poistuttava välittömästi.** Myös kaivinkoneen kauha on siirrettävä pois kaivannosta. Lisäksi on estettävä ulkopuolisten pääsy vaurioituneen kaapelin läheisyyteen.

10 Maansiirto- ja kaivutyöt 110 kV, 45 kV ja 20 kV ilmajohtojen läheisyydessä

Jos maansiirto- ja kaivutöitä tehdään edellä mainittujen ilmajohtojen alla tai välittömässä

läheisyydessä, on hyvissä ajoin ennen työn aloittamista otettava yhteyttä Elenia Oy:hyn, puh. 020 586 11.

Mikäli työkoneen jollakin osalla tai käsiteltävällä taakalla on mahdollista ulottua liian lähelle ilmajohdoin johtimia, on johto kytkettävä jännitteettömäksi. Työkoneen ja sen taakan etäisyyden on oltava 110 kV johdon alla vähintään 3 m ja johdon sivulla vähintään 5 m. 20 kV ja 45 kV johdon osalta vähimmäisetäisyydet ovat 2 m johdon alla ja 3 m johdon sivulla. Varoetäisyyksissä on otettava huomioon myös työkoneen ja taakan mahdollinen tahaton heilahdus.

Elenia Oy antaa tarkempaa tietoa työskentelyalueella olevien johtojen jännitteestä ja tarvittavista varoetäisyyksistä. Ohjeita turvalliseen työskentelyyn löytyy myös Turvallisuus- ja kemikaaliviraston www.tukes.fi sivuilta sekä sähköalan toimijoiden yhteisen turvallisuuskampanjan sivustolta www.hengenvaara.fi.

Jos työstä voi aiheutua pylväiden vaurioitumis- tai kaatumisvaara, kytketään johto jännitteettömäksi. Kaivutöitä ei saa tehdä liian lähellä pylväiden perustuksia.

Räjäytystöiden osalta toimitaan aina Elenia Oy:n antamien ohjeiden mukaisesti.

Kun verkon käyttötilanne estää johdon jännitteettömäksi tekemisen, sovitaan Elenia Oy:n kanssa työn toteutusaikataulusta ja muista toimenpiteistä erikseen.

PIKAOHJE KAIVAJILLE

1. Selvitä kaapeleiden sijainti Elenia Oy:ltä hyvissä ajoin etukäteen:

Puhelimitse numerosta **020 586 4205** tai internetistä www.elenia.fi/sahko/kaapelinnaytto.

2. Noudata erityistä huolellisuutta ja varovaisuutta sekä Elenia Oy:n ohjeita, kun kaivat maata sähkökaapeleiden läheisyydessä.

3. Älä kaiva jännitteistä kaapelia esiin.

3. Älä siirrä kaapeleita omatoimisesti.

4. Vahingon sattuessa poistu välittömästi vaurioituneen kaapelin läheisyydestä ja ilmoita asiasta viipymättä Elenia Oy:n vikapalvelunumeroon **020 690 911**.

Siirrä myös kaivinkoneen kauha pois kaivannosta ja estä ulkopuolisten pääsy vaurioituneen kaapelin läheisyyteen.

**PUISTOMUUNTAMON PERUSTUS JA MAADOITUS, SOKKELI MAANPINNAN TASOON
VAIKEAT OLOSUHTET; PEHMEÄ SAVI, MÄRKÄ SAVI**

3222

RAKENTAMISTEKNISET PÄÄTIEDOT:

Katso: Tekstiosa 321 Puistomuuntamo

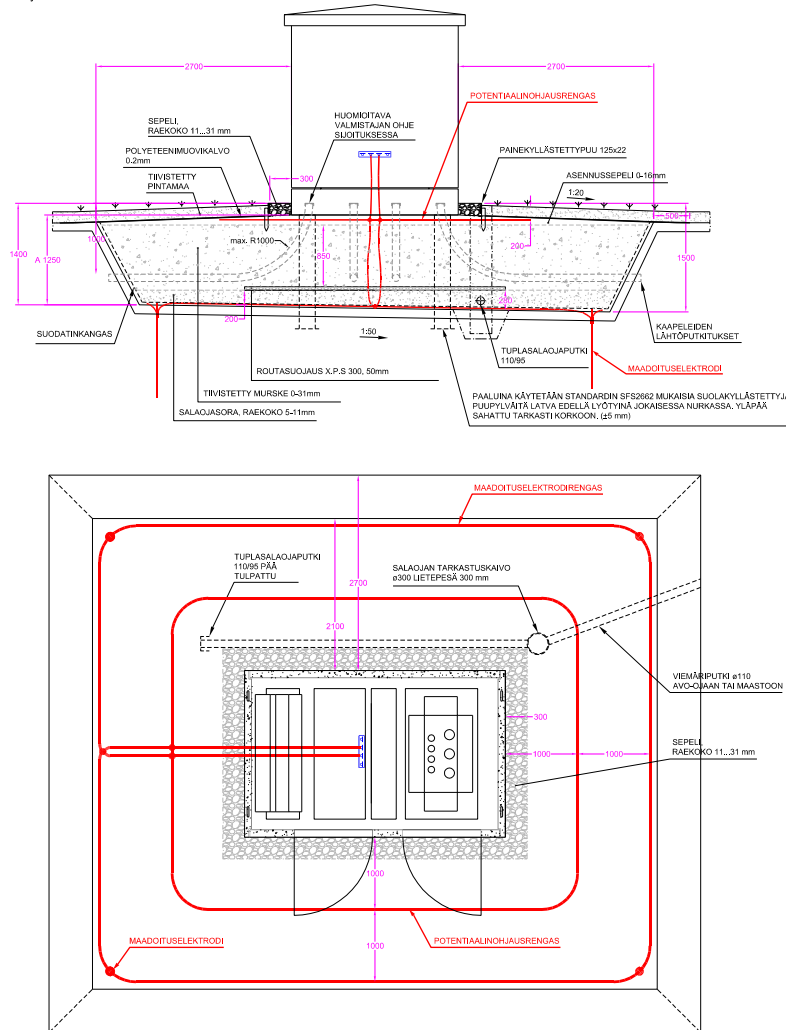
TYÖJÄRJESTYS

- Maanpinnan lopputasosta kalvetaan mittaan A 1250mm verran alaspäin. (1400-1500mm kallistus)
- Asennetaan maadoitussavut kulmiin
- Asennetaan maadoituselektrodirengas kaivannon pohjalle. Rengas liitetään yhteen puristettavalla liittimellä ja päästi nostetaan ylös.
- Asennetaan suodatinkangas paikalleen
- Asennetaan tuulasalaojaputki 110/95, polstoputki ja tarkastuskalvo paikalleen.
- Asennetaan mahdolliset paalutukset suunnittelijan osoittamaan paikkaan betonisokkelin kulmiin tai muuntajan alle.
- Täytetään 200mm 2-5mm salaajosoralla, tiivistetään ja tasataan.
- Asennetaan routalevy X.P.S 300 50mm ulottuen 0,6m rakennuksen ulkopuolelle.
- Asennetaan kaapelitukset tarkasti tehtaan pohjapöytäsuksen osoittamaan paikkaan (110 0,4kV, 140 20kV B luokan kaaret ja 110, 140 A-luokan putket).
- Putkikaarien päihin asennetaan työputat ja putkusten tulee ulottua perustusrakenteen ulkopuolelle.
- Täytetään 0-31mm tiivistelyllä murskeella 850mm.

- Asennetaan potentiaalinojausringas täyden yhteydessä. Potentiaalinojausringkaan päät kytketään puristettavien liittimien kaapelikalvantojen mukana tulevien maadoitusjohtimien jotka menevät maadoituskiskolle.
- Asennetaan asennusseppi 0-16mm 150mm kerroksittain täyttämällä ja tasataan oikeaan korkeuteen (maanpinnan taso).
- Asennetaan betonijalusta.
- Asennetaan polyeteenimuovikalvo 0,2mm muuntamon ympärille, ulottuen 0,5m kalvannon reunan yli.
- Asennetaan reunasorastus 11-31mm keuhkoineen. Reunasorastuksen asennuksessa tulee huomioida myös valmistajan ohjeet.
- Asennetaan maunamo.
- Asennetaan n. 5cm kevytsoraa kollesto-osien alle kondenssilvettä estämään.
- Asennetaan pintamaa 10cm nurmetuksineen muuntamon ympärille.
- Sisäänkäynnin betonilaatottus tehdään erikseen sovittaessa.

HUOMI

- Rakennesuunnittelija tarkastaa rakenteiden mitoituksen.
- Perustustyössä tulee huomioida myös valmistajan ohjeet
- Tilaaja ilmoittaa tarvikkaiden polkkeamat lisäomakkeella.



Otsikko

Puistomuuntamon perustus ja maadoitus,

 Sokkeli maanpinnan tasoon,
Vaikeat olosuhteet; pehmeä savi, märkä savi
Rakennekuva

© HeadPower Oy

Suunnittelija
JPL

Mittakaava

1:75 / A4

Suunnitteluvuorokausi
17.10.2011

3222